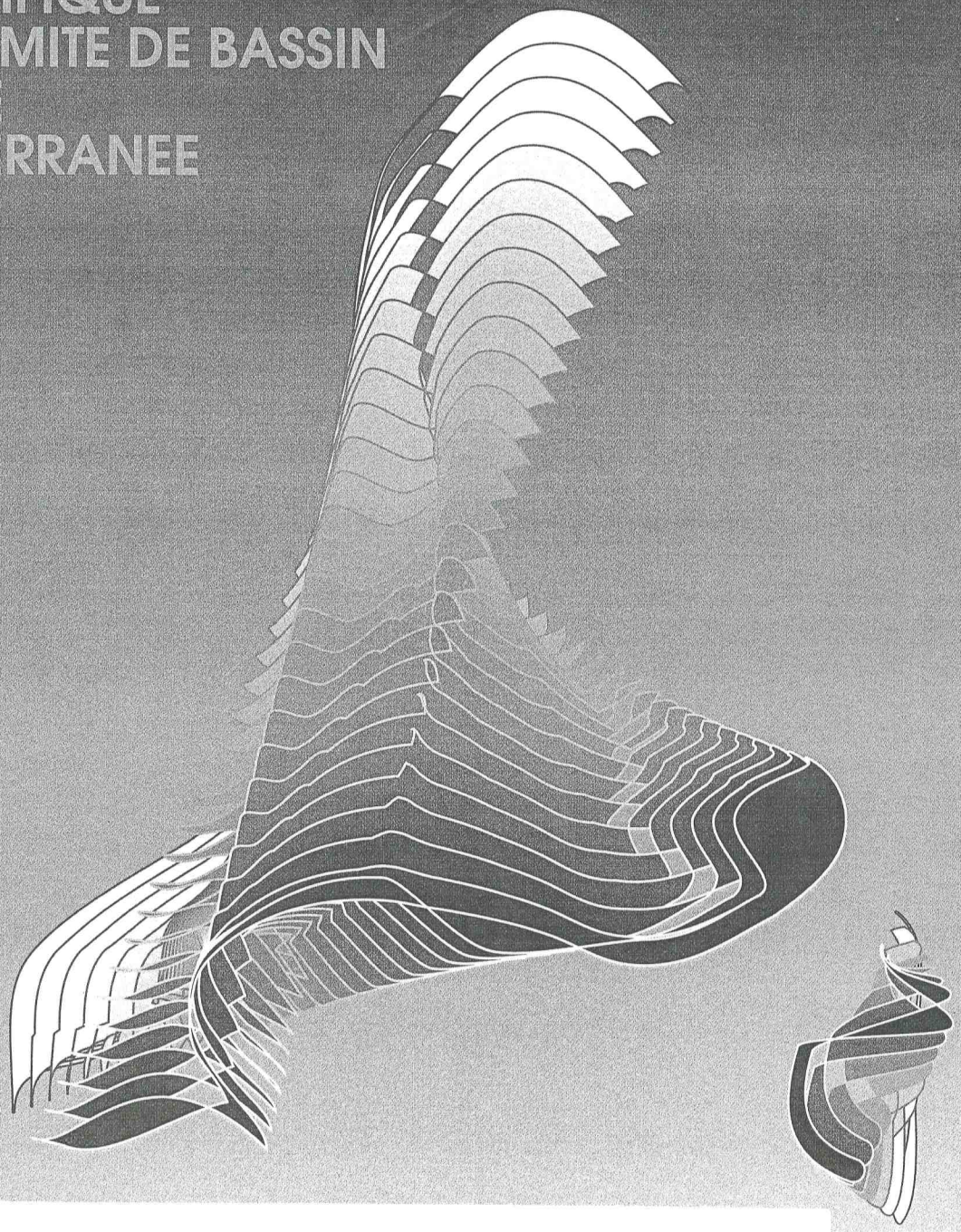
CONSEIL
SCIENTIFIQUE
DU COMITE DE BASSIN
RHONE
MEDITERRANEE
CORSE



EXPERTISE DES ETUDES REALISEES EN VUE DE LA RECONQUETE DE L'ETANG DE BERRE

Juillet 1993

Comité de Bassin

rhône méditerranée corse

Le 15 janvier 1993, le jour même de sa mise en place, le Comité Scientifique du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse en la personne de son Président, M. Albert Louis Roux, était saisi par le Président du Comité de Bassin pour émettre un avis sur les études engagées par Electricité de France dans le cadre du plan de reconquête de l'étang de Berre décidé par l'Etat le 6 février 1992.

Cette demande a été formalisée le 15 février 1993 par une lettre de saisine du Président du Comité de Bassin au Président du Conseil Scientifique.

L'expertise demandée portait sur différents points :

- appréciation de la validité du modèle hydraulique retenu dans ces études,

- faisabilité technico-économique des différentes options en matière de bassin de décantation,

- intérêt relatif et comparatif des différentes solutions proposées, concernant les bassins de délimonage et l'extraction des limons de la Durance,

- recommandations sur la mise en place d'un observatoire, prévu dans le plan de reconquête.

Un groupe de travail a été mis en place, présidé par M. Michel Leveau et composé de MM. Oberlin, Romana et Tamisier, membres du Conseil Scientifique, et de Mme Bertrandy (Service Maritime des Bouches du Rhône), M. Gilard (CEMAGREF Lyon) et M. Gachelin (DIREN de Provence-Alpes-Côte d'Azur) en tant qu'experts extérieurs.

Les éléments du rapport d'expertise ont été présentés devant le Comité de Bassin le 7 juillet 1993 par M. A.L. ROUX.

à Pierre-Bénite, le 10 juin 1994

Le Président du Comité de Bassin
Rhône-Méditerranée-Corse

H. TORRE

Le Président du Conseil Scientifique
du Comité de Bassin
Rhône-Méditerranée-Corse

M. LEVEAU

GROUPE DE TRAVAIL

ETANG DE BERRE

EXPERTISE DES ETUDES REALISEES EN VUE DE LA RECONQUETE DE L'ETANG DE BERRE

1. - INTRODUCTION

La situation actuelle de l'Etang de Berre est devenue si préoccupante que les autorités administratives, politiques et industrielles ont décidé d'entreprendre une action visant à restaurer le milieu. Des études nouvelles ont été entreprises par l'un des acteurs intéressés en vue d'évaluer les meilleures solutions envisageables pour améliorer la situation. Le Comité de Bassin Rhône Méditerranée Corse a saisi son Conseil Scientifique pour évaluer les études réalisées par EDF dans le cadre d'un Plan de reconquête décidé par le gouvernement le 6 février 1992. Sous la présidence de Michel Leveau, un groupe de travail du Conseil Scientifique a procédé à cette évaluation.

Ce rapport fait le point sur la situation actuelle, les études entreprises, et porte également sur une analyse critique des différents scénarios destinés à restaurer l'Etang de Berre.

2. - SITUATION ACTUELLE

Parmi les différents problèmes relatifs à l'Etang de Berre, nous en avons retenu deux en rapport avec les questions qui ont été posées par le Conseil Scientifique du Comité de bassin : la bathymétrie et la situation écologique. (voir annexe 1).

2.1 EVOLUTION BATHYMETRIQUE DE L'ETANG

Les levés bathymétriques de l'étang de Berre sont nombreux et anciens puisque les premiers datent du siècle dernier (1844, 1894) et que ceux utilisés par le SHOM dans l'analyse de l'évolution des fonds ont eu lieu en 1925, 1931, 1935, 1962, 1966, et 1992. Ils permettent donc de suivre de façon précise le comblement progressif de l'étang avant et après la mise en service du canal usinier d'EDF.

Pendant les 30 dernières années, de 1962 à 1992, l'envasement **moyen** sur la totalité des levés bathymétriques est de 0,46 m pour la partie nord de l'étang et de 0,23 m pour la partie sud. Comparés aux 0,15 m d'envasement obtenu pour une période d'une

durée quasi équivalente (1925 - 1962), les résultats montrent un accroissement de la sédimentation depuis 1962. Cette sédimentation ne se fait pas de façon uniforme et l'origine des particules ne peut être entièrement imputée aux seuls rejets EDF.

Les zones où l'envasement est maximal se trouvent localisées :

- au sud de la Centrale de St Chamas (dépôts parfois supérieurs à 2 m) et au nord-ouest de l'étang (dépôts de 1 à 1,3 m de vases en 30 ans). Ces dépôts de limons ont pour origine essentiellement les apports solides par le canal et en partie les apports naturels propres à l'étang.

- au sud de l'étang, sur la côte ouest, lieu privilégié d'écoulement des eaux issues du canal, on observe également une forte sédimentation pouvant atteindre localement 1 à 1,3 m en 30 ans. Pour le SHOM, l'origine de ces dépôts est assez imprécise (duranciens et/ou naturels).

- A l'est de l'étang, à proximité de l'étang de Vaïne, l'envasement important constaté serait "naturel" (sédimentation de matériel organique) en partie mais aussi consécutif à des travaux côtiers (agrandissement de l'aéroport) ou offshore (mise en place de conduites).

- Au niveau des plus grands fonds de l'étang (supérieurs à 9 m) on assiste à un comblement progressif puisque les dépôts en 30 ans y ont atteint 1,30 m. Il faut noter que le comblement de ces grands fonds était aussi important avant la mise en service du canal usinier.

Au sud de l'étang, par contre, à l'exception des grands fonds et de la côte ouest, la sédimentation est relativement faible puisqu'elle varie entre 0 (zone d'érosion) et 1 cm/an.

Il apparait donc que l'évolution bathymétrique de l'étang de Berre présente des éléments caractérisant un accroissement de l'envasement dont l'origine est la Centrale EDF, tout particulièrement au nord et au sud-ouest de l'étang. A l'écart de ces secteurs, il est difficile de déterminer avec précision l'origine de l'envasement puisque de nombreux facteurs (hydrodynamisme, apports naturels par le bassin versant, apports industriels, mise en place de canalisations, modifications des infrastructures côtières) ont provoqué des changements des taux et des lieux de sédimentation

2.2 RAPPEL SUCCINCT SUR LA SITUATION ACTUELLE DU FONCTIONNEMENT ECOLOGIQUE DE L'ETANG

Avant le détournement, en 1966, des eaux de la Durance par le canal usinier débouchant à St Chamas, l'étang fonctionnait comme une lagune méditerranéenne typique. La salinité avoisinait les 32 ‰ ; le milieu présentait déjà quelques signes d'eutrophisation mais la faune et la flore, benthiques et pélagiques, y était abondantes et relativement diversifiées.

Depuis le détournement des eaux, la faune benthique a totalement disparu en raison certes de la dessalure, d'une forte stratification haline mais aussi d'une anoxie quasi chronique dans les eaux profondes. Par ailleurs, il n'est pas à exclure un effet synergique lié aux contaminants encore piégés dans les sédiments (toxicité) et à une perturbation induite par les fortes turbidités du milieu. Ce peuplement saumâtre n'a pu être remplacé par une faune et une flore dulçaquicoles ni par un maintien d'un peuplement saumâtre même

appauvri en raison du mode de fonctionnement de la Centrale hydro-électrique (rejets variables et discontinus).

En période automnale et hivernale, les rejets importants par le canal usinier font que l'étang fonctionne comme un estuaire : eau dessalée en surface - eau salée au fond. Entre les deux, un gradient halin (salin) très fort empêche les échanges entre la surface et le fond. Les eaux qui arrivent par le canal et les fleuves côtiers séjournent dans l'étang suffisamment longtemps pour que tous les sels nutritifs dissous soient consommés par la flore pélagique (phytoplancton). A la mort de celle-ci, elle sédimente vers le fond tout en étant biodégradée par les bactéries. Cette biodégradation, grande consommatrice d'oxygène, amène l'anoxie, une des causes de la disparition des organismes benthiques. L'étang de Berre fonctionne alors, en période de crise, comme une petite Mer Baltique .

En période estivale, avec l'arrêt des rejets, le gradient halin (pycnocline) tend à s'atténuer, voire à disparaître. L'étang de Berre tend alors à retrouver transitoirement sa structure physique et chimique d'étang saumâtre. Ceci explique la possibilité de re-colonisation des eaux de l'étang par des espèces vagiles comme les poissons, car leurs déplacements sont rapides. La re-colonisation par des espèces qui se reproduisent par des larves (mollusques, crustacés) est plus lente.

En conclusion, les perturbations dans l'étang résultent bien d'une conjugaison de plusieurs facteurs parmi lesquels les apports EDF prennent une part importante. Il n'en demeure pas moins que l'état des connaissances actuelles ne permet pas d'assurer qu'un arrêt des rejets permettrait une reconquête rapide et totale du système Etang de Berre. A titre d'exemple, un retour éventuel à un étang saumâtre stable, avec détournement du canal usinier en mer ou dans le Rhône, permettrait sans nul doute la re-colonisation des fonds et des côtes par de vastes populations d'organismes filtreurs (moules par ex.) qui, trouvant dans ce milieu d'excellentes conditions trophiques, provoqueraient par leur rejet de pelotes fécales et de leur coquilles une sédimentation pouvant elle aussi accélérer le comblement de l'étang. Par ailleurs, il n'est pas exclu, du fait de la disparition de la barrière haline (pycnocline), que les mélanges entre les eaux de surface et de fond s'accentuent sous l'effet de vents violents et que les échanges entre les sédiments et l'eau amènent dans les couches de surface des polluants actuellement piégés ainsi que des sels nutritifs . L'eutrophisation du système étang de Berre pourrait donc se poursuivre pendant plusieurs années bien que les apports en sels nutritifs par le canal usinier soient stoppés. Il faut également signaler que l'augmentation de la salinité dans l'étang permettrait une colonisation des eaux par des espèces phytoplanctoniques marines parmi lesquelles les Dinoflagellés sont reconnues comme pouvant présenter des formes secrétrices de substances toxiques pour les poissons et l'homme via les coquillages. L'apparition de ce phénomène de contamination transitoire par ces micro-algues toxiques qui tend, chaque année davantage, à toucher la plupart des côtes françaises n'est pas à exclure dans l'étang.

3. - LE PLAN DE RECONQUETE du 6 février 1992

Le plan de reconquête de l'étang de Berre, élaboré par le Ministère de l'Environnement et discuté lors de la réunion interministérielle du 6 février 1992 a pour objectifs de réduire les pollutions d'origine industrielle et domestique, ainsi que l'impact spécifique des rejets d'eau de la Durance par la Centrale EDF de St Chamas.

Dans le cadre de ce plan , les actions à mener ont pour but, à moyen terme, de maintenir dans la zone de l'étang de Berre, et ce de façon harmonieuse, toutes les activités existantes actuellement (industrielles, ludiques, halieutiques).

La décision interministérielle prévoyait que la reconquête de la qualité des eaux de l'Etang de Berre serait en partie atteinte par la mise en place de deux actions spécifiques:

1. - EDF s'engagerait à :

. diminuer le taux de MES de 5 à 3 g/l à l'occasion du turbinage en période de crues de la Durance,

. réduire les apports globaux de limons de 80 % d'ici à 5 ans.

2. - Un plan d'action général d'assainissement des effluents rejetés directement ou indirectement dans l'Etang, à charge pour l'Agence de Bassin Rhône Méditerranée Corse de financer l'ensemble de ces actions.

Pour tenter de résoudre ces problèmes, le Groupe Régional de Production Hydraulique Méditerranée (GRPHM) dépendant de la Direction Production Transport d'EDF a engagé de sa propre initiative toute une série d'études. Maître d'oeuvre, il s'est fait assister pour les études spécifiques par quelques laboratoires et sociétés publics et privés : Centre National d'Equipement Hydraulique (CNEH), Laboratoire National d'Hydraulique (LNH), Société Internationale de Réhabilitation et d'Aménagement des Sites (SIRAS), Service Hydrographique et Océanique de la Marine (SHOM) et diverses entreprises spécialisées dans les dragages et reconnaissances géologiques.

Les résultats des études entreprises, de qualité excellente, ont fait l'objet de comptes rendus écrits et oraux et seules quelques critiques concernant ces derniers seront développées ultérieurement.

Nous tenons à rappeler que le groupe de travail qui a analysé les documents n'a aucune compétence pour juger des solutions proposées par EDF aussi bien dans le domaine des sciences de l'ingénieur (Travaux publics) que des coûts des travaux à entreprendre (cf annexe : coût des travaux). Il n'a donc porté aucun jugement quant à l'estimation et à la fiabilité de ceux-ci. Il serait néanmoins souhaitable qu'un organisme compétent et autonome puisse juger cette partie des études.

4. - MESURES PRESENTEES PAR EDF POUR REDUIRE L'IMPACT DES REJETS

4.1 PROBLEME DES LIMONS

Etat des connaissances sur les apports solides par le canal EDF

Les mesures effectuées en Durance, au Pont Mirabeau, de 1951 à 1960 ont montré que le poids sec de matières en suspension (MES) était en moyenne de 0,55 g/l et ce, en tenant compte de teneurs qui dépassent 5 g/l seulement 3 ou 4 jours par an. Si on élimine des statistiques ces dernières valeurs, la moyenne tombe à 0,35 g/l et même à 0,25 g/l avec la mise en place de retenues intermédiaires. De ce fait, les apports annuels qui s'élevaient à environ 730 000 T/an de 1966 à 1981, chutèrent dès la mise en service du bassin d'éclusées de Cadarache pour n'atteindre en moyenne que 350 000 T/an. Toutefois,

ces apports présentent une grande variabilité interannuelle qui dépend essentiellement de la pluviosité sur la partie aval du bassin versant de la Durance. Ainsi, en 1992, en raison de fortes pluies, les apports ont atteint 672 000 T/an. En raison de la forte hydraulicité, le bassin de décantation de Cadarache n'a pas joué un grand rôle dans la rétention des particules. Il est bon de rappeler ici que plus de 90% des charges en MES arrivant dans l'étang de Berre ont pour origine les eaux duranciennes.

Jusqu'en 1992, les seules contraintes pour EDF, inscrites dans le cahier des charges pour l'exploitation de la centrale de St Chamas, étaient de ne pas déverser dans l'étang des eaux dont les teneurs en MES dépassaient 5 g/l. Dès que les eaux présentaient de telles teneurs elles étaient restituées au lit naturel de la Durance. Depuis 1992, EDF a abaissé ce seuil à 3 g/l.

Remarque : Il n'est pas inutile de rappeler qu'un seuil de 3 g/l et même inférieur ne résout pas, même si cela constitue une nette amélioration, le problème de l'envasement progressif de l'étang. En effet, en période de forte hydraulicité dans le canal usinier (débit avoisinant les 240 m^3/s), EDF turbine de grandes quantités d'eau avec des teneurs en MES inférieures à 3 g/l. Les apports en limons dans l'étang de Berre pendant ces périodes, bien que les teneurs soient inférieures à 3 g/l, n'en sont pas moins élevés (672 000 T/an en 1992). L'existence de bassins de décantation terrestres prévus par EDF dans la partie aval, dont les caractéristiques seront présentées ultérieurement, ne pourraient être pleinement efficaces puisque le temps de séjour, donc de renouvellement des eaux dans ces bassins, serait très écourté (forte hydraulicité). Pour améliorer la situation (diminution de la vitesse d'envasement) il est donc indispensable d'intervenir non seulement sur les seuils de concentration (mg/l) en MES mais aussi sur les flux (T/an) de limons rejetés annuellement dans Berre.

Pour résoudre ces problèmes deux solutions sont proposées par EDF : soit la construction de bassins de délimonage soit une solution beaucoup plus radicale mais également plus onéreuse, le détournement des rejets en mer ou dans le Rhône, qui réglerait à la fois le problème des limons et des rejets d'eau douce.

Les Bassins de décantation

Les **contraintes** rencontrées par EDF pour la construction de ces bassins sont nombreuses :

- la surface, au minimum de 200 ha (surface déterminée par les études de modélisation du LNH) et le volume de stockage doivent être importants de façon à augmenter le temps de séjour des particules dans le bassin.

- les autres contraintes sont d'ordre topographique, géologique et surtout foncier, compte tenu du tissu urbain, agricole, industriel et routier. Par ailleurs, les sites retenus pour les ouvrages doivent être localisés près du canal usinier de façon à réduire les coûts mais aussi l'impact sur l'environnement. Enfin, ces ouvrages devraient se trouver en aval de la dernière prise d'eau pour l'agriculture (en aval de Lamanon) car les eaux destinées à cet usage doivent comporter un taux de MES suffisant pour permettre l'autocolmatage des canaux d'arrosage qui, pour la plupart, ne sont pas revêtus.

Les choix de sites, en raison de ces contraintes, sont donc réduits. De 9 sites recensés au départ, EDF, après analyse n'en a retenu que 3 en bordure du canal et un

dernier dans l'étang de Berre. Ce sont les bassins de Comillon (285 ha), Salon (172 ha), Mallemort (205 ha) et de St Chamas (300 ou 500 ha).

La **modélisation** par l'utilisation du code Telemac - 2D et Subieff nous semble tout à fait pertinente pour résoudre le problème du rendement de décantation de ce type d'ouvrage. Un code de calcul de type convection-diffusion intégré sur la verticale nous paraît décrire très correctement les phénomènes de sédimentation et permet d'obtenir de bonnes simulations sous réserve que les hypothèses de départ et de calage soient correctes.

L'utilisation d'un modèle simplifié pour réaliser les simulations elles-même paraît un peu plus sujet à caution car elle ne permet pas de prendre en compte la complexité du phénomène. Un certain nombre de remarques ont été effectuées sur les informations permettant de faire tourner le modèle :

- contestation sur le choix des conditions d'application du modèle (on a utilisé du matériel sédimentaire déposé dans l'étang et non du matériel réellement entrant à St Chamas). Par ailleurs, il conviendrait de **corréler avec la nature réelle** des apports duranciens, or ceux-ci peuvent être variables. Les divers avis convergent pour que l'application de la courbe moyenne définie par le modèle soit testée avec **différentes hypothèses granulométriques**,

- les rendements annoncés sont **moyens**, c'est à dire qu'ils tiennent comptent de toute la gamme granulométrique des sédiments. Or, ces derniers ont été recueillis sur le fond de l'étang de Berre et non directement dans le canal usinier, ce qui peut induire des erreurs dans l'estimation des rendements. En outre, cette gamme granulométrique ne devrait pas être considérée comme constante si les bassins de décantation sont disposés en cascade. En effet, les bassins situés en amont devraient retenir les plus grosses particules et ceux localisés en aval les plus fines, non retenues par le premier bassin. Il n'est donc pas souhaitable de retenir une gamme granulométrique unique pour calculer les rendements dans chaque bassin. Par ailleurs, il nous paraît nécessaire de préciser pour les rendements de chaque bassin la **marge d'incertitude**,

Lors de la réunion du 5 mai nous avions posé aux représentants d'EDF toute une série de questions, concernant les points signalés ci-dessous, restées pour la plupart sans réponse. Nous demandions des précisions sur :

* la taille moyenne réelle des particules (3 ou 6 microns ?) transitant par le canal.
* la dégressivité de l'efficacité des rendements selon le nombre de bassins mis en cascade .
* les effets des variations de débits qui peuvent évoluer de 80 à 250 m^3/sec sur les rendements .

* les vitesses de chute qui ne sont plus significatives à partir de 0,2 g/l :

* l'influence du vent et de la remobilisation des particules déposées (en effet, en plongée on observe au fond de l'Etang une couche dense de particules en suspension). Concernant ce dernier point nous avons obtenu une réponse des experts d'EDF qui, après analyse, pensent qu'un vent de 15 m/s ne permettrait pas la remise en suspension des particules. Nous ne sommes pas totalement convaincus par leur conclusion, en particulier, dans le cas d'installation de bassins de décantation en cascade, le dernier bassin

recueillerait les plus fines particules qui pourraient alors être facilement remobilisables.

Les taux d'abattement en matières en suspension (MES) prévus par EDF à l'aide des modèles seraient, pour un turbinage en continu à 240 m3/s, de 30 % pour le bassin de Comillon (285 ha), 22 % pour celui de Salon (172 ha), 26 % pour Mallemort (205 ha) et 26 % ou 37 % pour ceux de St Chamas (300 ou 500 ha). D'après EDF, les rendements des bassins localisés en amont de l'étang devraient être confirmés par des études numériques plus fines. Actuellement, ces rendements ont été estimés à partir des calculs effectués pour le bassin de St Chamas.

Le devenir des boues de curage des bassins, prévu par EDF pour le bassin de St Chamas, n'a fait l'objet d'aucune étude pour les autres. Avant la mise en service du bassin de St Chamas, 3,6 millions de m^3 de sédiments devraient être dragués de façon à augmenter le volume du bassin et par la suite, le creusement d'un entonnoir au centre du bassin, recueillant les sédiments, permettrait de n'avoir qu'un curage décennal. Les solutions et utilisations éventuelles de ces boues prévues par EDF sont actuellement au nombre de 2 : un rejet en mer par chalands ou pipeline dans le golfe de Fos ou plus au large, éventuellement dans le Rhône ou un rejet par conduite sur des terrains du Port Autonome, dans la zone de l'arrière port de Fos, de façon à stabiliser 600 ha de terrains sableux. Ces 600 ha pouvant recevoir les boues du dragage initial du bassin de St Chamas. Les études réalisées sur la qualité de ces boues, riches en sels et surtout en sodium, montrent qu'après quelques traitements (lessivage) elles pourraient être utilisées pour le reboisement de ces zones sableuses.

Analyse et commentaires concernant les solutions proposées par EDF pour réduire les apports de limons.

Comme cela a été démontré, il est nécessaire de bien connaître la granulométrie des sédiments qui arrivent dans chaque bassin de décantation pour étudier leur rendement au moyen de la modélisation . La granulométrie varie bien évidemment en fonction de la situation des bassins les uns par rapport aux autres. Ceux situés les plus en amont retenant les plus grosses particules, ceux localisés en aval devant recueillir les plus fines non retenues par le ou les premiers bassins. Dans une situation de ce type, en cascade, les simulations concernant les rendements de chaque bassin ne peuvent être faites à partir d'un même type de courbes granulométriques mais à partir de courbes granulométriques moyennes de chaque bassin. Or, les courbes granulométriques retenues pour les calculs de rendement des bassins ont été obtenues sur des échantillons de matériel déjà sédimenté recueillis à l'aval de St Chamas et non sur du matériel transitant par le canal. Ceci peut poser des problèmes de représentativité des apports et conduire à des estimations erronées des rendements.

Le fait de ne pas prendre en compte les effets éventuels du vent sur la remise en suspension des particules sédimentées nous semble beaucoup plus contraignant. Il faudrait vérifier qu'elle est la hauteur minimale d'eau nécessaire pour diminuer ces effets. La non prise en compte de ce facteur entraîne une surestimation des rendements.

Les simulations effectuées supposent des cycles de turbinage. Mais ceux-ci sont irréalistes vu les durées de turbinage actuels. Les rendements annoncés en turbinage continu sont nettement moins bons.

A notre avis, il est clair au vu des résultats fournis par EDF, que la solution de type bassin de décantation, même de 500 ha (St Chamas), ne permet pas d'assurer une diminution de 80 % des rejets de matières solides dans l'étang de Berre.

Pour atteindre cet objectif, il faut donc envisager une autre solution, dont une possible est de rejeter l'eau et ses limons à l'extérieur de l'Etang. On se heurte alors à un autre problème d'ordre économique dont l'analyse coût/avantage, si elle est possible, doit démontrer la faisabilité.

Devenir des limons dans l'Etang

L'Etang de Berre, système semi-fermé, peut être considéré comme une "boite noire" où un grand nombre de problèmes d'environnement peuvent être appréhendés en termes :

- de bilan de masse (bilan entrée-sortie),
- de stocks dans le système,
- de temps de séjour dans les compartiments dissous et particulaire pour chaque source contaminante.

Autant les bilans de masse et les stocks dans le milieu peuvent être estimés par des mesures, en revanche, les temps de séjour moyens de chaque paramètre et pour chaque source envisagée sont à l'heure actuelle très difficiles à établir en raison de la méconnaissance de la circulation dans l'Etang. Les temps de séjour des eaux duranciennes dans l'Etang interviennent d'une façon essentielle dans le calcul du bilan des apports sédimentaires. En d'autres termes, quelle est la part des apports de la Durance qui est piégée dans l'Etang, et quels sont les processus qui sont à l'origine de ce piégeage ?.

Pour tenter de répondre à cette question, EDF a demandé au LNH d'entreprendre une étude de ce problème à l'aide de la modélisation mathématique.

La modélisation tridimensionnelle de l'étang de Berre pour l'étude de la courantologie apparaît très satisfaisante intellectuellement mais nous semble relever plus d'une approche de type fondamental que d'une approche opérationnelle. Elle ne nous renseigne en aucune façon sur le temps de séjour des masses d'eau dans l'étang (temps de résidence intervenant à la fois sur la sédimentation ou non dans l'étang et sur la consommation de l'azote et du phosphore par le phytoplancton). Les hypothèses de base de tels modèles (force et durée du vent, valeurs des salinités au départ) posent de très nombreux problèmes et la multitude d'informations qu'on en retire est difficilement valorisable telle quelle. Par ailleurs, les résultats présentés ne font état que d'une situation type (vent de NW, 8 m/s avec ou sans rejet). Les autres situations (absence de vent, vent de SE) n'ont pas été étudiées. Enfin, le coût informatique des simulations avec un tel outil est prohibitif dans l'état actuel et il n'est pas certain que les résultats récupérés soient performants même s'ils sont réalistes. En effet, les variables forçantes les plus actives agissant sur le système étant le vent et, compte tenu de la variabilité intrinsèque des différentes situations météorologiques, un bilan sédimentaire annuel ou pluriannuel relève de l'utopie.

4.2 SUPPRESSION DES REJETS D'EAU DOUCE ET DE LIMONS DANS L'ETANG DE BERRE

Propositions EDF

EDF a étudié cette hypothèse et il propose diverses solutions qui, pour la plupart, sont fort onéreuses. Il s'agirait de rejeter les eaux du canal après la chute de St Chamas, soit dans le Rhône, soit dans la mer. Plusieurs tracés sont proposés. Ils s'orientent selon trois grandes directions (voir carte annexe 3) :

- un tracé est-ouest de 30 km avec rejet dans le Rhône,

- des tracés NE-SO, de 17,5 à 20,5 km présentant plusieurs variantes quant aux transits,

- un tracé qui longe les rives de l'étang à l'est et au sud, d'une longueur de 30 km et qui traverse les étangs de Vaïne et de Bolmon qui serviraient alors de bassin de délimonage. Le rejet final pouvant se faire soit dans le golfe de Marseille, après remise en état du tunnel du Rove, soit dans le canal de Caronte.

Concernant la solution rejet à la mer, nous avons le sentiment que EDF a engagé cette étude plutôt pour répondre à une demande effectuée par l'administration que de sa propre initiative. Il en résulte une présentation des différentes possibilités de réalisation des ouvrages qui nous semble relativement pessimiste. Seule la solution Etang d'eau douce leur paraît la plus favorable étant donné le faible coût des ouvrages à réaliser.

Le cas d'un détournement vers le Rhône après la Centrale Hydro-électrique de Salon n'a pas été étudié.

5. - CONCLUSION

D'un point de vue général, il nous paraît difficile de concilier l'antinomie qu'est "la reconquête de l'étang de Berre" et le "maintien de tous les usages et activités actuelles". En effet, la reconquête signifie un retour à un "état antérieur" et non une amélioration de l'état présent. Le délimonage s'inscrit dans le cadre d'une amélioration et le détournement des eaux de la Durance, dans celui d'un début de reconquête (il ne faudrait pas oublier les autres sources contaminantes). A quoi servirait-il de faire un effort financier important pour réduire drastiquement ces autres sources contaminantes et donc tenter une reconquête écologique de l'étang, si les eaux duranciennes continuaient à s'y déverser dans les mêmes conditions?

Le retour à un état antérieur, objet de la reconquête, est sujet bien évidemment à caution. En effet, l'étang, primitivement salé, est devenu progressivement un étang d'eau douce jusqu'à la fin du 19ème siècle, puis, par la suite, saumâtre. Quel est donc l'"état antérieur" ?. Il nous semble plus judicieux pour fixer cet état de retenir la mémoire collective des riverains (celle des parents et grands-parents) plutôt que les mémoires géologique et historique. Un retour à un étang saumâtre stable satisferait vraisemblablement la presque totalité des acteurs (pêcheurs, plaisanciers, riverains) à l'exception d'EDF pour qui les coûts des aménagements à effectuer seraient exorbitants.

En tant qu'experts en environnement, nous ne pouvons plus, après des années d'atermoiement, tergiverser. Pour que le système écologique de l'étang de Berre fonctionne correctement il faut que l'étang soit ou saumâtre ou d'eau douce. Une situation intermédiaire à haute variabilité, telle qu'elle existe actuellement, ne pourra jamais déboucher sur un système écologique stable. De ce fait les conflits entre les usagers perdureront.

Le choix étang saumâtre stabilisé ou étang d'eau douce est donc un choix politique.

D'un côté, la solution étang "salé" nécessiterait des aménagements d'un coût de plusieurs milliards de francs (voir tableau en annexe 2), sans gains supplémentaires pour EDF, mais améliorerait les conditions environnementales et contenterait une grande partie des 250 000 riverains. La solution étang d'eau douce permettrait de réduire notablement les dépenses pour la construction des aménagements prévus par EDF (bassins de décantation et écluses à Martigues) mais, mécontenterait sans aucun doute la plupart des acteurs et, tout particulièrement les pêcheurs et les associations multiples de protection de la nature.

Toute solution intermédiaire, c'est à dire le maintien de la situation actuelle avec quelques aménagements concernant la rythmicité du turbinage (arrêt d'avril à octobre par exemple) n'arrangerait en rien la situation écologique si ce n'est vraisemblablement une amélioration de la pêche dans l'étang pendant cette période. Un compromis transitoire pourrait être alors trouvé entre deux des contradicteurs (pêcheurs et EDF), mais cette solution ne réglerait en rien le problème général de l'étang (apparition de mousses, eutrophisation, toxicité) et les problèmes conflictuels ressurgiraient tôt ou tard.

Les résultats des travaux présentés par EDF dans ses comptes-rendus écrits et oraux sont bien orientés dans ces deux directions : amélioration (mise en place de bassins de décantation) et reconquête (détournement du canal usinier vers le Rhône ou la mer).

L'amélioration de la qualité des eaux de l'étang, par réduction des apports de limons de 80 % ne nous paraît pas pouvoir être atteinte avec certitude si l'on s'en tient aux seuls résultats des études qui nous ont été communiquées. Toutefois, si on peut s'attendre à une amélioration, celle-ci ne concernera que la réduction de la vitesse d'envasement et une baisse de la turbidité, dernier point qui n'est pas négligeable au plan esthétique mais qui n'améliorera en rien les conditions écologiques.

La reconquête par détournement des eaux de la Durance en mer ou le Rhône, malgré le fait qu'elle pose de sérieux problèmes techniques, géologiques, écologiques (traversée de la future réserve de la Crau ou de fermeture plus ou moins complète de l'étang de Vaîne etc..) et financiers (plusieurs milliards de francs) nous semble être la seule solution qui réglerait définitivement les affrontements incessants actuels entre les différents acteurs quant à l'utilisation qu'il est fait de ce plan d'eau. Toutefois, comme nous l'avions signalé dans le rapport du "Suivi Exceptionnel du Milieu" en 1990, il ne faut pas s'attendre à une récupération totale de l'étang de Berre dès l'arrêt des rejets de la Centrale. Le retour à un état stable du milieu devrait s'effectuer en plusieurs années. On devrait constater :

- une augmentation de la salinité à relativement court terme, pour atteindre les 32% comme auparavant.
- la disparition de l'halocline, ce qui permettrait des échanges plus faciles entre les eaux de fond et celles de surface donc éviterait l'anoxie. On passerait d'une lagune de type estuarien à une lagune saumâtre.
- une diminution de la turbidité des eaux et des dépôts de limons.

-une baisse importante des flux d'azote et de phosphore provoquant un net ralentissement de l'eutrophisation de la lagune. Toutefois, cette baisse ne serait notable que si le plan de reconquête est mené dans son ensemble (réduction des apports urbains et fluviaux). On peut craindre aussi que la matière organique et les éléments nutritifs accumulés dans les sédiments depuis plus de 30 ans soient remobilisés et enrichissent secondairement les eaux de surface en azote et phosphore.

- la disparition du panache de la Durance permettrait l'étalement de la contamination issue des petits rejets côtiers qui, actuellement, sont confinés autour de leur point de rejet.

- la ré-installation de la faune benthique dans les zones côtières et profondes si l'anoxie disparaît rapidement.

- l'apparition dans l'étang de certaines espèces d'algues planctoniques toxiques, actuellement cantonnées dans la zone littorale (golfe de Fos, nappe de dilution rhodanienne) dont les effets, certes transitoires, n'en seraient pas moins catastrophiques sur des exploitations conchylicoles.

En tout état de cause, et comme l'avaient souligné les experts mandatés par le comité de bassin lors du suivi exceptionnel de 1990, la mise en oeuvre d'un "Observatoire de la Qualité de l'étang de Berre" dans tous ses compartiments serait utile et nécessaire.

ANNEXE I

a) Liste des études fournies par EDF

b) Liste des questions posées par le Comité de Bassin au Conseil Scientifique

LISTE DES ETUDES REALISEES PAR EDF
DANS LE CADRE DU PLAN DE RECONQUETE

---

1 - Réalisation d'un levé et d'une étude bathymétrique de l'étang

2 - Etude courantologique de l'étang

3 - Etude sédimentologique dans le bassin de décantation

4 - Identification et mise en valeur des limons de l'étang

5 - Etude des solutions visant à réduire les déversements de limons dans l'étang

6 - Etude des hypothèses visant à supprimer les rejets d'eau douce et de limons dans l'étang

Agence de l'Eau

Mission Littoral Méditerranéen

QUESTIONS POSEES AU GROUPE DE TRAVAIL "ETANG DE BERRE" DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DU COMITE DE BASSIN A PROPOS DE L'EVALUATION DES ETUDES ENGAGEES PAR EDF DANS LE CADRE DU PLAN DE RECONQUETE DECIDE PAR LE GOUVERNEMENT

==========

Question 1 - Sur le modèle hydrodynamique

Il s'agit d'apprécier la validité du modèle retenu et la signification des résultats.

Question 2 - Sur l'étude de faisabilité technico-économique des différentes options en matière de bassin de décantation.

Il s'agit de réaliser une analyse "coût -avantage" des alternatives proposées.

Question 3 - Sur l'impact des différents couples de solutions possibles (bassins de délimonage)

Pour atteindre l'objectif de 80 % de réduction des apports de limons à l'Etang, il s'agit de procéder à une évaluation relative et comparative des différentes solutions.

Question 4 - Sur l'extraction des limons de Durance

Il s'agit d'apprécier l'intérêt relatif des solutions de valorisation et de rejet en mer.

Question 5 - Sur l'observatoire (dont la mise en oeuvre fait partie du plan de reconquête)

Quelles recommandations peut-on faire pour bâtir un programme de surveillance continue à long terme, dans un double but :

- suivre l'état de santé écologique de l'étang dans ses différents compartiments ;
- évaluer l'efficacité des actions entreprises au titre du plan de reconquête.

ANNEXE II

(COUT DES TRAVAUX)

a) Tableau récapitulatif sur les bassins de décantation

b) Tableau récapitulatif sur les rejets hors étang de Berre

	BASSIN DE BEAUMONT	BASSIN DE MALLEMORT	BASSIN DE SALON	BASSIN DE CORNILLON	BASSIN DE ST CHAMAS variante 300 ha digue enrochements	BASSIN DE ST CHAMAS variante 300 ha digue palplanches	BASSIN DE ST CHAMAS variante 500 ha digue enrochements	BASSIN DE ST CHAMAS variante 500 ha digue palplanches
SURFACE (ha)	105	209	172	285	300	300	500	500
CAPACITE TOTALE (hm3)	5,5	15,5	6	45	14,3	14,3	22,6	22,6
CAPACITE STOCKAGE des LIMONS (hm3)	3,45	11,3	6,8	35	8,3	8,3	12,6	12,6
LONGUEUR DES DIGUES (m)	4300	6825	4600	9800	4000	4000	6800	6800
HAUTEUR MAXIMALE DES DIGUES (m)	8 (réf. niveau TN)	13,5 (réf. niveau TN)	12 (réf. niveau TN)	20,5 (réf. niveau TN)	3 (réf. niveau étang)	3 (réf. niveau étang)	3 (réf. niveau étang)	3 (réf. niveau étang)
VOLUME DES MATERIAUX A EXTRAIRE (hm3)	1,6	1	0,5	5,5	2,5	2,14	3	2,28
VOLUME DES MATERIAUX CONSTITUTIFS DES DIGUES (hm3)	0,26	1	0,5	5,5	1,5	0,25	2,86	0,52
RENDEMENT DU BASSIN (%)	*20*	*30*	*30*	*35*	*40*	*40*	*60*	*60*
COUT ESTIME DES TRAVAUX (MF base 1992)	*190/200*	*195/210*	*490/500*	*475/535*	*405/485*	*380/460*	*620/695*	*580/655*
COUT ESTIME DES DRAGAGES ULTERIEURS (MF base 1992)	*220/230*	*230/240*	*300/310*	*260/270*	*220/325*	*220/325*	*220/325*	*220/325*
COUT ESTIME DE L'OPERATION (MF base 1992)	*410/430*	*425/450*	*790/810*	*735/805*	*625/810*	*600/785*	*840/1020*	*800/980*
COUT TOTAL/RENDEMENT (MF)	20,5/21,5	14,17/15	26,33/27	21/23	15,63/20,25	15/19,63	14/17	13,33/16,33
COUT TOTAL/SURFACE (MF)	3,9/4,10	2,03/2,15	4,59/4,71	2,58/2,82	2,08/2,7	2/2,62	1,68/2,04	1,6/1,96

Tableau 1 - BASSINS DE DECANTATION - CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

HYPOTHESE	REJET AU RHONE	REJET AU RHONE	REJET EN MER DANS LE GOLFE DE FOS	REJET EN MER DANS LE GOLFE DE FOS	REJET EN MER DANS LE GOLFE DE FOS	REJET EN MER DANS LE GOLFE DE FOS	REJET EN MER DANS LE GOLFE DE FOS	REJET EN MER PAR L'EST DE L'ETANG DE BERRE	REJET EN MER PAR L'EST DE L'ETANG DE BERRE	REJET EN MER PAR ECLUSE A MARTIGUES
MODE DE REJET	par galerie et canal dans la Crau	par canal dans l'étang de Berre, galerie et canal dans la Crau	Rejet direct par galerie	Rejet direct par conduite enterrée	Rejet direct par par canal dans l'étang de Berre et par conduite enterrée	Rejet indirect par conduite enterrée et par les étangs de Lavalduc et d'Engrenier	Rejet indirect par canal dans l'étang de Berre et par les les étangs de Lavalduc et d'Engrenier	Rejet indirect par les étangs de Vaine et Bolmon et le tunnel du Rove	Rejet indirect par les étangs de Vaine et Bolmon et le chenal de Caronte	
LONGUEUR TOTALE DE L'OUVRAGE (m)	29700	30000	18000	20500	20500	17500	17500	30000	31000	800
PERTE DE CHARGE TOTALE (m d'eau)	10	8	10	11,3	7,3	8	5	3	3	0,5
DEVIS ESTIMATIF (MF 1992) [illegible]										
COUT ESTIME DES TRAVAUX	2750/3120	2580/2940	3100/3500	3580/4060	3370/3830	2480/2810	1800/2050	3520/4000	2660/3030	330/380
FRAIS D'EXPLOITATION, D'ETUDES ET INTERETS INTERCALAIRES	900/1020	850/960	1010/1140	1170/1330	1100/1250	810/920	590/670	1150/1310	870/990	110/130
PERTE ENERGETIQUE	300	240	300	340	220	240	150	90	90	20
COUT TOTAL DE L'HYPOTHESE	3950/4440	3670/4140	4410/4940	5090/5730	4690/5300	3530/3970	2540/2870	4760/5400	3620/4110	460/530

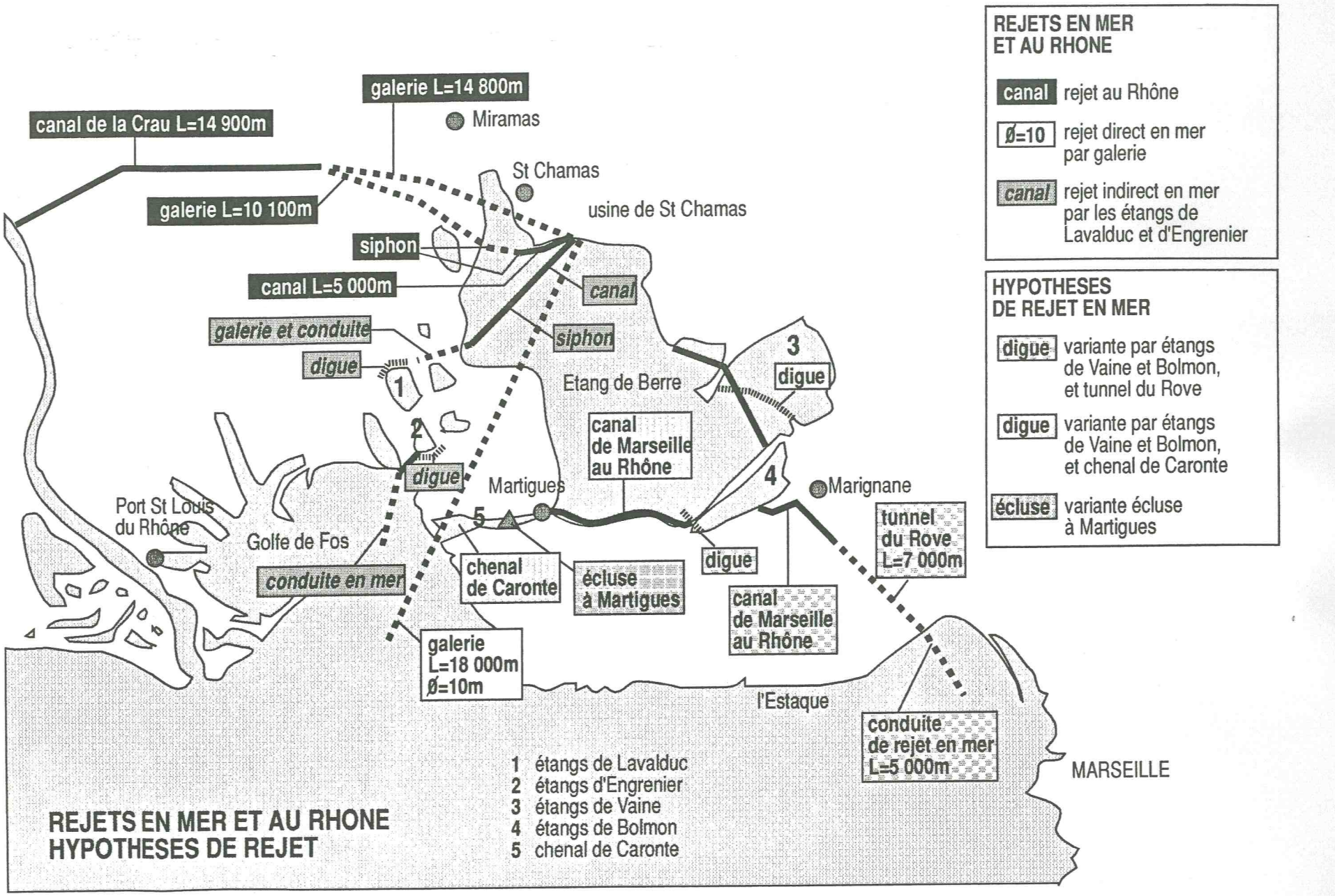
Tableau 2 - REJET AU RHONE ET EN MER- RECAPITULATIF DES HYPOTHESES

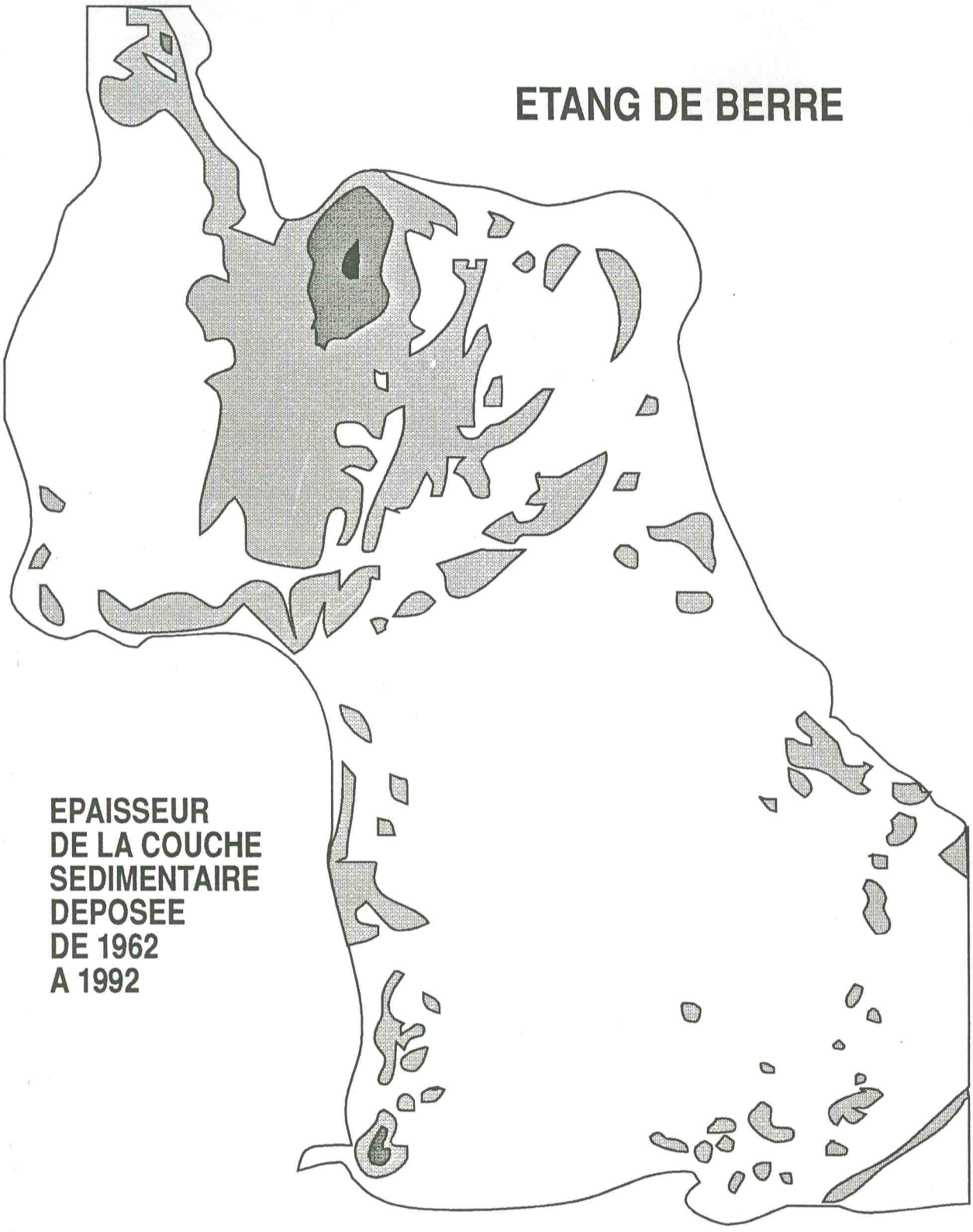
ANNEXE III

(CARTES)

a) Hypothèses des rejets en mer et au Rhône

b) Epaisseur de la couche sédimentaire déposée de 1962 à 1992


REJETS EN MER
ET AU RHONE
canal rejet au Rhône
Ø=10 rejet direct en mer par galerie
canal rejet indirect en mer par les étangs de Lavalduc et d'Engrenier
HYPOTHESES
DE REJET EN MER
digue variante par étangs de Vaine et Bolmon, et tunnel du Rove
digue variante par étangs de Vaine et Bolmon, et chenal de Caronte
écluse variante écluse à Martigues
galerie L=14 800m
Miramas
canal de la Crau L=14 900m
St Chamas
galerie L=10 100m
usine de St Chamas
siphon
canal L=5 000m
canal
galerie et conduite
siphon
digue
1
Etang de Berre
3
digue
canal de Marseille au Rhône
2
digue
4
Martigues
Marignane
Port St Louis du Rhône
5
tunnel du Rove L=7 000m
Golfe de Fos
chenal de Caronte
écluse à Martigues
digue
conduite en mer
canal de Marseille au Rhône
galerie L=18 000m Ø=10m
l'Estaque
conduite de rejet en mer L=5 000m
MARSEILLE
1 étangs de Lavalduc
2 étangs d'Engrenier
3 étangs de Vaine
4 étangs de Bolmon
5 chenal de Caronte
REJETS EN MER ET AU RHONE
HYPOTHESES DE REJET


ETANG DE BERRE
EPAISSEUR
DE LA COUCHE
SEDIMENTAIRE
DEPOSEE
DE 1962
A 1992
0,5m - 1m
1m - 2m
> 2m